



①9 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

⑫ **Offenlegungsschrift**  
⑩ **DE 199 38 596 A 1**

⑤1 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 01 L 1/344**

②1 Aktenzeichen: 199 38 596.3  
②2 Anmeldetag: 14. 8. 1999  
④3 Offenlegungstag: 15. 2. 2001

DE 199 38 596 A 1

⑦1 Anmelder:  
INA Wälzlager Schaeffler oHG, 91074  
Herzogenaurach, DE

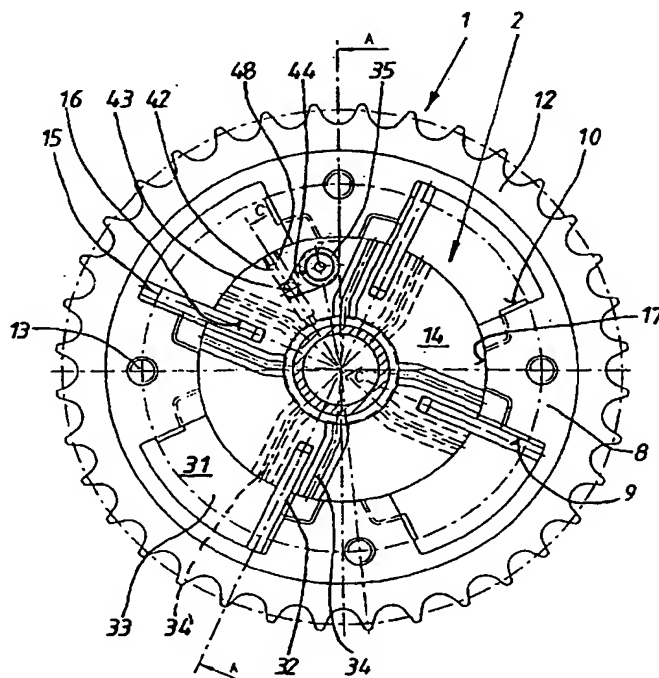
⑦2 Erfinder:  
Schäfer, Jens, Dipl.-Ing., 91074 Herzogenaurach,  
DE; Steigerwald, Martin, Dipl.-Ing., 91074  
Herzogenaurach, DE; Kapp, Matthias, Dipl.-Ing.,  
91334 Hemhofen, DE

⑤6 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
zu ziehende Druckschriften:  
EP 08 01 212 A1

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

⑤4 Vorrichtung zur Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle eines  
Verbrennungsmotors

⑤7 Die Erfindung betrifft einen Flügelzellenversteller mit  
einem Außenrotor (1) und einem Innenrotor (2), die Ar-  
beitsräume (31) bilden, die von Schwenkflügeln (15) des  
Innenrotors (2) in eine Frühverstellkammer (32) und eine  
Spätverstellkammer (33) unterteilt werden. Ein Fixierpin  
(35, 35', 35'') ist in seiner Spätstellung in eine Aufnahme-  
bohrung (41) einriegelbar und koppelt dadurch den In-  
nenrotor (2) mit dem Außenrotor (1).  
Der Nachteil des Verklemmens und dadurch des Ver-  
schleißens des Fixierpins (35, 35', 35'') wird dadurch ver-  
mieden, daß dessen Entriegeln durch den Öldruck der  
Spätverstellkammer (33) in Spätposition des Fixierpins  
geschieht. Der Einfluß der Fliehkraft wird durch eine zur  
Drehachse (11) parallele Lage des Fixierpins erreicht.



DE 199 38 596 A 1

## Beschreibung

## Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors, insbesondere nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

## Hintergrund der Erfindung

Schnelllaufende Ottomotoren besitzen einen großen nutzbaren Drehzahlbereich. Dabei ist es schwierig, für die Ventilsteuerzeiten einen Kompromiß zu finden, der hohe Mitteldrücke im oberen Drehzahlbereich mit einem sicheren Motorstart sowie einem runden niedrigen Leerlauf verbindet. Ein Weg, der sich insbesondere für Ottomotoren mit getrennten Nockenwellen für die Einlaß- und Auslaßventile anbietet, sind gegenläufig arbeitende Vorrichtungen zur Drehwinkelverstellung beider Nockenwellen. Durch diese kann eine für hohe Leistung optimale, große Ventilüberschneidung auf eine für den Motorstart und den niedrigen Leerlauf optimale kleine Ventilüberschneidung reduziert werden.

Eine derartige Vorrichtung ist aus der gattungsbildenden EP 0 848 140 A1 vorbekannt. Hierbei handelt es sich um einen Flügelzellenversteller, der ausschnittsweise in Fig. 14 dargestellt ist. Dieser weist einen von der Kurbelwelle (nicht dargestellt) angetriebenen Außenrotor a und einen um dessen Achse zwischen einer Spät- und Frühverstellung schwenkbaren Innenrotor b auf, der mit der Nockenwelle (nicht dargestellt) drehfest verbunden ist. Innerhalb des Außenrotors a sind hydraulische Arbeitsräume c vorgesehen, die durch die Innenkontur des Außenrotors a und dessen radial stehende, keilförmige Zwischenwände d sowie dessen Seitenwände und durch eine Nabe e des Innenrotors b begrenzt sowie durch je einen Schwenkflügel f des Innenrotors b in Kammern A und B unterteilt sind. Die Kammern A und B stehen über erste und zweite Ringräume g, h sowie erste und zweite Zuführleitungen i, j mit einer Druckölquelle in Strömungsverbindung.

Der Außenrotor a weist einen Fixierpin k und die Nabe e eine Aufnahmebohrung l für denselben auf. Der Fixierpin k gestattet eine Verriegelung der Einlaßnockenwelle in Spätstellung. Dadurch werden beim Auslaufen und Anfahren des Verbrennungsmotors Klappergeräusche in dem dann weitgehend ölleeren Flügelzellenversteller vermieden und ein sicherer Motorstart gewährleistet. Der Fixierpin k ist als einseitig geschlossener Hohlkolben mit einer zur Aufnahmebohrung l gerichteten konvexen äußeren Stirnfläche m ausgebildet. In demselben ist eine in Richtung Aufnahmebohrung l wirkende Druckfeder h angeordnet. In der Aufnahmebohrung l befindet sich ein Steuerkolben o, der ebenfalls als Hohlkolben ausgebildet ist. Er weist eine andere, äußere Stirnfläche p auf, die ebenfalls konvex ausgebildet und zum Fixierpin k gerichtet ist.

Die Aufnahmebohrung l ist als Sackbohrung ausgebildet. Ihr Boden steht über einer ersten Verbindungsleitung q und über die zweite Zuführleitung j mit der Kammer B, der Bereich des offenen Endes der Aufnahmebohrung l über eine zweite Verbindungsleitung r und über die erste Zuführleitung i mit der Kammer A in Strömungsverbindung. Auf diese Weise wird der Fixierpin k entweder über den Steuerkolben o durch Öldruck der Kammer B oder durch unmittelbar auf seiner äußeren Stirnfläche m wirkenden Öldruck der Kammer A beaufschlagt und ausriegelt. Dadurch wird ein unnötiges Ein- und Ausriegeln desselben vermieden. Der Steuerkolben o verhindert dabei einen Kurzschluß zwischen

den Kammern A und B.

Nachteilig an dieser Vorrichtung ist einmal, daß der Fixierpin k mit dem Öldruck der frühverstellenden Kammern A ausgeriegelt wird. Da dieser Öldruck ein frühverstellendes Drehmoment auf die Schwenkflügel f und damit auch auf den Fixierpin k ausübt, findet die Ausriegelung unter Verspannung desselben statt. Dadurch ist dieser erhöhtem Verschleiß unterworfen. Außerdem wird die Funktion des radial stehenden Fixierpins k durch Fliehkraft beeinflusst.

## Aufgabe der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung zur Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors zu schaffen, insbesondere einen Flügelzellenversteller nach den Oberbegriffen der Ansprüche 1 und 2, dessen Fixierpin klemmfrei ausriegelbar und von Fliehkraften weitgehend unbeeinflusst ist und dessen äußere Stirnfläche mit geringem Bauaufwand in Strömungsverbindung mit den Verstellkammern bringbar ist.

## Zusammenfassung der Erfindung

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die kennzeichnenden Merkmale des Verfahrensanspruchs 1 und des Vorrichtungsanspruchs 2 gelöst. Dabei bietet das Verfahren den Vorteil, daß der Fixierpin durch den Öldruck der Spätverstellkammer ausgeriegelt wird und durch die Öldrücke beider Verstellkammern ausgeriegelt bleibt. Durch den Öldruck in der Spätverstellkammer werden die Schwenkflügel in ihre Spätstellung geschwenkt. Dadurch ist der Fixierpin, der in dieser Stellung mit der Aufnahmebohrung fluchtet, querkraftfrei und kann durch den Öldruck der Spätverstellkammer klemmfrei ausgeriegelt werden. Entsprechendes gilt auch für eine Verriegelung des Innenrotors bzw. seiner Schwenkflügel in Frühstellung. Hierbei wird der Schwenkflügel durch den Öldruck der Frühverstellkammer in seine Frühstellung gebracht und der entsprechende Fixierpin durch den gleichen Öldruck klemmfrei ausgeriegelt. Da die äußere Stirnseite des Fixierpins mit beiden Verstellkammern in Strömungsverbindung steht, bleibt der Fixierpin bei vorhandenem Mindestöldruck ausgeriegelt. Durch die klemmfreie Ausriegelung und durch das Vermeiden von Ein- und Ausriegelvorgängen während des Motorbetriebs wird ein Verschleiß des Fixierpins und seiner Aufnahmebohrung vermieden. Die Erfindung läßt sich sinngemäß auch auf einen Drehflügelversteller anwenden.

Erfindungsgemäß wird die Aufgabe auch dadurch gelöst, daß der Fixierpin in der Nabe des Innenrotors und die Aufnahmebohrung in einem Deckel des Außenrotors sowie parallel zu dessen Drehachse angeordnet sind und daß in der Nabe eine Verbindungsleitung zwischen der Spätverstellkammer und dem ersten Ringraum vorgesehen ist, die in gesteuerter Strömungsverbindung mit der äußeren Stirnfläche des Fixierpins steht. Durch die achsparallele Lage des Fixierpins wirkt sich die Fliehkraft nur als Seitenkraft aus. Die Verbindungsleitung schafft auf einfache Weise die Voraussetzungen für eine Strömungsverbindung von den beiden Verstellkammern zur äußeren Stirnfläche des Fixierpins und damit für dessen bleibende Ausriegelung.

Eine fertigungstechnisch vorteilhafte Weiterentwicklung der Erfindung besteht darin, daß die Verbindungsleitung als vorzugsweise radiale Verbindungsbohrung ausgebildet ist, von der eine in Richtung Aufnahmebohrung und vorzugsweise parallel zur Drehachse angeordnete Axialbohrung ausgeht, die über eine in einer Stirnseite der Nabe zu einer Führungsbohrung des Fixierpins verlaufenden Vertiefung

und über einen Kanal in dem Deckel mit der äußeren Stirnfläche des Fixierpins in Strömungsverbindung steht. Die radiale Verbindungsbohrung und die Axialbohrung sind auf einfache Weise spanend, die Vertiefung in der Nabe und der Ölkanal in der Seitenwand beispielsweise durch Sinterpressen zu fertigen. Es ist auch denkbar, auf die Vertiefung in der Nabe zu verzichten und den Ölkanal im Deckel bis zur Axialbohrung bzw. zur Verbindungsnut zu verlängern.

Vorteilhaft ist auch, daß in der Verbindungsbohrung ein axial verschiebbarer Steuerkolben dichtend geführt ist, der die Querbohrung steuernd beherrscht und dessen Hub durch Axialanschläge beidseitig begrenzt ist. Der Steuerkolben wird vom Öldruck der jeweils beaufschlagten Verstellkammer in der Verbindungsbohrung axial gegen einen der beiden Axialanschläge verschoben. Dadurch wird die Querbohrung und damit die äußere Stirnfläche des Verriegelungsstiftes für den Druckölstrom freigegeben und zugleich eine Verbindung zur jeweils anderen Verstellkammer unterbunden. Der Steuerkolben kann eine Kreiszylinder- oder eine Kugelform aufweisen. Der Kreiszylinder dichtet besser ab, die Kugel besitzt geringere Reibung. Außerdem gestattet sie bei gleichzeitiger Druckbeaufschlagung beider Verstellkammern eine gleichzeitige Ölzufuhr von beiden Enden der Verbindungsbohrung zur Axialbohrung.

Dadurch, daß die Verbindungsleitung als Verbindungsnut mit vorzugsweise rechteckigem Querschnitt ausgebildet und in der Stirnseite der Nabe angeordnet ist, kann die Verbindungsnut mit ihren Verengungen durch Sinterpressen ohne Nacharbeit erstellt werden. Wenn die Verbindungsleitung als eine radiale, andere Verbindungsbohrung ausgebildet ist, die die Achse eines anderen Fixierpins bzw. eines weiteren Fixierpins schneidet und deren Durchmesser kleiner als der der Fixierpins ist, kann die Axialbohrung entfallen. Da der Durchmesser der anderen Verbindungsbohrung kleiner als der Durchmesser des anderen und des weiteren Fixierpins ist, können diese als Steuerschieber für die Beaufschlagung ihrer äußeren Stirnfläche benutzt werden.

Die Axialbohrung wird bei dem anderen Fixierpin dadurch ersetzt, daß er an seinem Umfang eine Ringnut und mindestens eine sich von der Ringnut zu seiner äußeren Stirnfläche hin erstreckende Längsnut aufweist. Außerdem entfallen bei dieser Lösung die Vertiefung in der Nabe und der Ölkanal in der Seitenwand. Dadurch, daß die mindestens eine Längsnut in einer Ebene senkrecht zu der radialen anderen Verbindungsbohrung angeordnet ist, wird die mindestens eine Längsnut von der anderen Verbindungsbohrung nicht direkt sondern über die Ringnut mit Drucköl versorgt. Dabei ist von Vorteil, daß sich die Ringnut aufgrund ihrer Lage und Breite bei eingeriegeltem anderen Fixierpin mit der radialen, anderen Verbindungsbohrung überdeckt und bei ausgeriegeltem anderen Fixierpin von dieser abgesperrt ist. Dadurch wird der eingeriegelte Fixierpin von dem Drucköl einer der beiden Verstellkammern, das über die andere Verbindungsbohrung zu der Ringnut und weiter über die mindestens eine Längsnut zur äußeren Stirnfläche gelangt, ausgeriegelt. Nach erfolgter Ausriegelung ist die Ringnut geringfügig über die andere Verbindungsbohrung hinaus axial verschoben, so daß kein Öldruck auf der äußeren Stirnfläche mehr ruht. Während des Schwenkens des Innenrotors berührt der Fixierpin mit Federdruck den Deckel des Außenrotors. Bei eingeriegeltem anderen Fixierpin besteht über die Ringnut ein Strömungskurzschluß zwischen den beiden Verstellkammern. Dies ist aber belanglos, da in diesem Fall kein Öldruck in den Verstellkammern herrscht.

Eine vorteilhafte Weiterbildung der Erfindung besteht darin, daß der weitere Fixierpin an seinem Umfang zwei andere Längsnuten aufweist, die bei eingeriegeltem weiteren Fixierpin von dessen äußerer Stirnfläche bis zu der radialen,

anderen Verbindungsbohrung reichen und die in einer durch die Achsen des weiteren Fixierpins und der radialen, anderen Verbindungsbohrung verlaufenden Ebene angeordnet sind. Bei dieser Lösung stehen beide andere Längsnuten in dauernder Strömungsverbindung mit der anderen Verbindungsleitung und der äußeren Stirnfläche des Fixierpins. Dadurch ist der Fixierpin bei Öldruck in einer der beiden Verstellkammern immer ausgeriegelt. Der dabei sich ergebende Strömungskurzschluß zwischen beiden Verstellkammern wird durch drosselnde Querschnitte der beiden anderen Längsnuten und der flachen äußeren Stirnfläche minimiert.

Dadurch, daß der andere und der weitere Fixierpin eine Verdrehesicherung aufweisen, vorzugsweise in Gestalt eines leicht ovalen Querschnitts der Fixierpins und deren Führungsbohrungen, wird eine Drehlagekonstanz der Längsnut bzw. der anderen Längsnuten erreicht, die für deren Funktion erforderlich ist. Die Ovalität gestattet dieses Ziel ohne Zusatzbauteile zu verwirklichen.

Es ist von Vorteil, daß eine Mündung der Verbindungsleitung in die Spätverstellkammer vor Erreichen der Spätstellung des Schwenkflügels in Strömungsverbindung mit der Spätverstellkammer steht. Dadurch wird sichergestellt, daß die äußere Stirnfläche des Fixierpins in dessen Ausriegelposition rechtzeitig mit Öldruck aus der Spätverstellkammer beaufschlagt wird und damit ein unerwünschtes Einriegeln und dessen Verschleißfolgen sicher vermieden werden.

Weitere Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Patentansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung sowie der Zeichnung, in der Ausführungsbeispiele der Erfindung schematisch dargestellt sind.

#### Kurze Beschreibung der Zeichnungen

Die Erfindung wird nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

**Fig. 1** einen Querschnitt B-B gemäß **Fig. 2** durch einen erfindungsgemäß ausgebildeten Flügelzellenversteller mit einer Verbindungsbohrung zwischen einer Spätverstellkammer und einem ersten Ringraum;

**Fig. 2** einen Längsschnitt A-A gemäß **Fig. 1** durch den erfindungsgemäßen Flügelzellenversteller mit einem eingeriegelten axialen Fixierpin;

**Fig. 3** einen Detail-Längsschnitt C-C gemäß **Fig. 1** durch die Verbindungsbohrung zwischen einer Früh- und der Spätverstellkammer mit einem zylindrischen Steuerkolben;

**Fig. 4** einen Detail-Längsschnitt C-C gemäß **Fig. 3**, jedoch mit einem kugelförmigen Steuerkolben;

**Fig. 5** einen Querschnitt B-B gemäß **Fig. 6** durch den erfindungsgemäßen Flügelzellenversteller mit einer Verbindungsnut zwischen der Früh- und Spätverstellkammer und einem Rechteckkolben in der Verbindungsnut;

**Fig. 6** einen Längsschnitt A-A gemäß **Fig. 5** durch den erfindungsgemäßen Flügelzellenversteller mit einem eingeriegelten, axialen Fixierpin;

**Fig. 7** einen Detail-Längsschnitt C-C gemäß **Fig. 5** durch die Verbindungsnut zwischen der Früh- und Spätverstellkammer mit dem Rechteckkolben;

**Fig. 8** einen Querschnitt B-B gemäß **Fig. 9** durch einen erfindungsgemäßen Flügelzellenversteller, mit einer anderen Verbindungsbohrung zwischen der Früh- und Spätverstellkammer;

**Fig. 9** einen Längsschnitt A-A gemäß **Fig. 8** durch den erfindungsgemäßen Flügelzellenversteller mit einem eingeriegelten anderen Fixierpin;

**Fig. 10a** einen vergrößerten Detail-Längsschnitt X gemäß **Fig. 9** mit dem anderen eingeriegelten Fixierpin;

Fig. 10b der vergrößerte Detail-Längsschnitt X gemäß Fig. 10a, jedoch mit ausgeriegeltem anderen Fixierpin;  
 Fig. 11a einen Längsschnitt durch den anderen Fixierpin;  
 Fig. 11b eine Ansicht der äußeren Stirnfläche des anderen Fixierpins;  
 Fig. 11c eine Seitenansicht des anderen Fixierpins;  
 Fig. 12a einen vergrößerten Detail-Längsschnitt X gemäß Fig. 9, jedoch mit einem eingeriegeltem weiteren Fixierpin;  
 Fig. 12b den vergrößerten Detail-Längsschnitt X gemäß Fig. 12a, jedoch mit ausgeriegeltem weiteren Fixierpin;  
 Fig. 13a einen Längsschnitt durch den weiteren Fixierpin, jedoch 90° um seine Längsachse gedreht;  
 Fig. 13b eine Ansicht der äußeren Stirnfläche des weiteren Fixierpins, jedoch 90° um seine Längsachse gedreht;  
 Fig. 13c eine Seitenansicht des weiteren Fixierpins, jedoch 90° um seine Längsachse gedreht;  
 Fig. 14 ein Detail eines Querschnittes eines den Stand der Technik darstellenden Flügelzellenverstellers.

#### Ausführliche Beschreibung der Zeichnungen

In den Fig. 1, 2, 5, 6, 8 und 9 sind Flügelzellenversteller mit gleichem Grundaufbau aber unterschiedlichen Details bei der Drehfixierung dargestellt. Gleiche Teile tragen jeweils die gleiche Bezifferung.

Der Flügelzellenversteller weist einen Außenrotor 1 und einen Innenrotor 2 auf. Der Außenrotor 1 besteht aus einem Umfangsteil 3 und einer Seitenwand 4 sowie einem Deckel 5. Das Umfangsteil 3 ist kreiszylinderförmig ausgebildet mit einer kreiszylindrischen Außenfläche 6 und einer kreiszylindrischen Innenfläche 7. Letztere ist mit vier radial stehenden äquidistanten Trennwänden 8 einstückig verbunden, deren zueinander geneigte erste und zweite Seitenflächen 9, 10 auf eine Drehachse 11 gerichtet sind. An den ersten und zweiten Seitenflächen 9, 10 befinden sich die Schwenkflügel 15 in Spät- bzw. Frühstellung.

Die Seitenwand 4 trägt an ihrem Außenumfang eine Verzahnung 12 für eine nicht dargestellte Rollenketten, die eine Antriebsverbindung zu der ebenfalls nicht dargestellten Kurbelwelle herstellt. Das Umfangsteil 3 ist durch vier Schrauben 13 zwischen der Seitenwand 4 und dem Deckel 5 öldicht verspannt.

Der Innenrotor 2 weist eine kreiszylindrische Nabe 14 auf, die mit einer nicht dargestellten Nockenwelle drehfest verbunden ist. In der Nabe 14 sind radial stehende Schwenkflügel 15 in Flügelaufnahmenuten 16 dichtend geführt. Die Nabe 14 und die Schwenkflügel 15 weisen gegenüber der Seitenwand 4 und dem Deckel 5 Dichtspiel auf. Dasselbe gilt für den kreiszylindrischen Umfang der Nabe 14 und die dazu passenden Innenflächen 17 der Trennwände 8.

Zwischen einer Unterseite 18 der Schwenkflügel 15 und einem Nutengrund 19 der Flügelaufnahmenut 16 befindet sich ein Abstandsraum 20, der als Tasche im Fuß des Schwenkflügels 15 ausgebildet ist. Seine Höhe ist durch seitliche Abstandselemente 21 festgelegt. Im Abstandsraum 20 befindet sich eine als einfach gebogene Flachbiegefeder ausgebildete Flügelandruckfeder 23. Diese bewirkt auch bei Stillstand des Verbrennungsmotors eine radiale Anlage der Schwenkflügel 15 an der kreiszylindrischen Innenfläche 7 des Umfangsteils 3.

Die Nabe 14 weist eine Mittenbohrung 24 auf, an deren Enden ein erster und zweiter Ringraum 25, 26 angeordnet sind. In der Mittenbohrung 24 ist eine Hülse 27 eingepreßt oder eingeschrumpft, die eine getrennte Ölzufuhr zu den Ringräumen 25, 26 bewirkt. Auf dem nockenwellenförmigen Endbereich 28 der Hülse 27 ist ein Druckring 29 befestigt, der den ersten Ringraum 25 nach außen abdichtet und auf dem der Außenrotor 1 dichtend gelagert ist. Die Druckölzu-

fuhr zum ersten Ringraum 25 erfolgt vom Inneren der Hülse 27 durch radiale Ölzufuhrbohrungen 30, die Druckölzufuhr zum zweiten Ringraum 26 und dessen Abdichtungen nach außen sind nicht dargestellt. Beide Ringräume 25, 26 sind über ein nicht dargestelltes elektromagnetisches Schaltventil mit einer nicht dargestellten Druckölquelle, z. B. einer Schmierölpumpe, verbunden.

Im Außenrotor 1 sind Arbeitsräume 31 angeordnet, die durch die Seitenwände 4 und den Deckel 5, die kreiszylindrische Innenfläche 7 des Umfangsteils 3 und die Trennwände 8 begrenzt und durch die Nabe 4 des Innenrotors 2 abgedichtet sind. Die Schwenkflügel 15 teilen die Arbeitsräume 31 in je eine Früh- und Spätverstellkammer 32, 33 auf, die von den Ringräumen 25, 26 über Ölleitungen 34, 34' mit Drucköl beschickt werden. Bei einseitiger Beschickung wird der Innenrotor 2 gegenüber dem Außenrotor 1 geschwenkt, wodurch eine Drehwinkelverstellung der Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle bewirkt wird. Bei Druckbeaufschlagung der Frühverstellkammer 32 allein erfolgt eine Frühverstellung, bei einer Druckbeaufschlagung der Spätverstellkammer 33 eine Spätverstellung. Dies hat eine Änderung der Steuerzeiten der von der Nockenwelle betätigten Gaswechselventile des Verbrennungsmotors zur Folge. Bei gleichzeitiger Beschickung der beiden Verstellkammern 32, 33 oder bei Anlage der Schwenkflügel 15 an den als Spät- bzw. Frühanschlag dienenden Seitenflächen 9, 10 werden die jeweilige Lage der Schwenkflügel 15 und damit die Steuerzeiten der Gaswechselventile fixiert.

In der Nabe 14 ist ein Fixierpin 35 vorgesehen, der parallel zur Drehachse 11 angeordnet und als einseitig geschlossener Hohlzylinder mit einer leicht konvexen äußeren Stirnfläche 36 ausgebildet ist. Der Fixierpin 35 ist in einer Führungsbohrung 37 geführt, die als Sackloch ausgebildet ist. In ihr befindet sich eine Stufe 38, die als innerer Anschlag für den Fixierpin 35 dient. Außerdem ist im Sacklochboden eine Entlüftungsbohrung 39 vorgesehen, die die axiale Beweglichkeit des Fixierpins 35 ermöglicht. In dem hohlen Fixierpin 35 ist eine Druckfeder 40 angeordnet. Sie stützt sich auf den Boden der Führungsbohrung 37 ab und drückt den Fixierpin 35 in Richtung Innenseite 22 des Deckels 5. Im Deckel 5 ist eine als Sackbohrung ausgebildete Aufnahmebohrung 41 für den Fixierpin 35 vorgesehen. In Spätstellung der Schwenkflügel 15 fluchten die Aufnahmebohrung 41 und der Fixierpin 35, so daß der Fixierpin 35 in die Aufnahmebohrung 41 einriegeln kann, sofern kein Öldruck auf seiner äußeren Stirnfläche 36 liegt.

Das Ausriegeln geschieht hydraulisch, indem die äußere Stirnfläche 36 des Fixierpins 35 mit Drucköl beaufschlagt wird. Dazu ist in einer ersten Version nach Fig. 1 und 3 in der Nabe 14 eine radiale Verbindungsbohrung 42 vorgesehen, die die zweite Druckkammer 33 mit dem ersten Ringraum 25 verbindet und von der eine senkrecht zur Verbindungsbohrung 42 und parallel zur Drehachse 11 sowie in Richtung Aufnahmebohrung 41 verlaufende Axialbohrung 43 ausgeht. Diese steht über eine Vertiefung 44 in der Nabe 14 und über einen Kanal 45 in Deckel 5 mit der äußeren Stirnfläche 36 des Fixierpins 35 in Strömungsverbindung. In der Verbindungsbohrung 42 befindet sich ein axialverschiebbarer dichtend geführter Steuerkolben, der die Axialbohrung 43 steuernd beherrscht. Sein Hub ist durch Axialanschläge begrenzt. Ein erster Axialanschlag ist als Verengung 47 der Verbindungsbohrung 42 ausgebildet, der zweite als hohlgebohrter Verschlußstopfen 48 in einer Mündung 49 der Verbindungsbohrung 42.

Der Steuerkolben ist gemäß Fig. 3 als kreiszylinderförmiger Steuerkolben 46 und gemäß Fig. 4 als kugelförmiger Steuerkolben 46' ausgebildet. Der besseren Dichtigkeit des kreiszylinderförmigen Steuerkolbens 46 steht die geringere

Reibung des kugelförmigen Steuerkolbens 46' gegenüber.

Eine alternative Ausführung der Verbindungsleitung zeigen die Fig. 5, 6 und 7. Hierbei ist die Verbindungsleitung als rechteckige Verbindungsnut 50 mit als Verengungen 47 ausgebildeten Axialanschlüssen an ihren Enden in die zur Aufnahmebohrung 41 gerichtete Stirnseite der Nabe 14 eingebracht. In derselben ist ein Rechteckkolben 51 dichtend geführt. Bei dieser Lösung entfällt die Axialbohrung 42, da die Verbindungsnut 50 in direkter Strömungsverbindung mit der Vertiefung 44 steht. Außerdem ist die Verbindungsnut 50 mit ihren Axialanschlüssen kostengünstig durch Sinterpressen fertigbar. Der kreiszylindrische und der kugelförmige Steuerkolben 46, 46' und der Rechteckkolben 51 dienen der gegenseitigen Abdichtung der Verstellkammern 32, 33 und damit zur Vermeidung von Strömungskurzschluß.

Eine weitere Alternative der Verbindungsleitung und des Fixierpins zeigen die Fig. 8, 9, 10a, 10b, 11a, 11b, 11c bzw. 12a, 12b und 13a, 13b, 13c. Hierbei ist die Verbindungsleitung als andere, radiale Verbindungsbohrung 42' ausgebildet, die die Achse eines anderen bzw. eines weiteren Fixierpins 35', 35" schneidet. Dadurch kann die Axialbohrung 43 entfallen. Da der Durchmesser der anderen Verbindungsbohrung 42' kleiner als der Durchmesser des andern und des weiteren Fixierpins 35', 35" ist, können diese als Steuerschieber gegen Strömungskurzschluß verwendet werden.

Der andere Fixierpin 35' weist an seinem Umfang eine Ringnut 52 und zwei sich von dieser zu seiner äußeren Stirnfläche 36 hin erstreckende Längsnuten 53 auf, die die Axialbohrung 43 und die Vertiefung 44 sowie den Ölkanal 45 ersetzen. Die beiden Längsnuten 53 sind in einer Ebene senkrecht zu der anderen Verbindungsbohrung 42' angeordnet. Aufgrund der Durchmesserunterschiede zwischen dem anderen Fixierpin 35' und der anderen Verbindungsbohrung 42', können die beiden Längsnuten 53 und damit die äußere Stirnfläche 36 nur über die Ringnut 52 mit Drucköl versorgt werden. Dies geschieht so lange, wie sich die Ringnut 52 und die andere Verbindungsbohrung 42' überdecken. Die Lage und Breite der Ringnut 52 bewirken bei eingeriegeltem anderen Fixierpin 35 eine Strömungsverbindung zwischen diesem und der radialen anderen Verbindungsbohrung 42', während bei ausgeriegeltem anderen Fixierpin 35' keine solche und damit kein Strömungskurzschluß besteht. Ein Strömungskurzschluß zwischen den Verstellkammern 32, 33 bei eingeriegeltem anderen Fixierpin 35' ist belanglos, da in den Verstellkammern, 32, 33 in diesem Zustand kein Öl-Druck herrscht.

Bei der Lösung gemäß Fig. 12a, 12b und 13a, 13b, 13c weist ein weiterer Fixierpin 35" an seinem Umfang zwei andere Längsnuten 53' auf, die in eingeriegeltem Zustand von dessen äußerer Stirnfläche 36 bis zu der radialen, anderen Verbindungsbohrung 42' reichen. Sie liegen in einer Ebene, die durch die Achsen des weiteren Fixierpins 35" und der radialen, anderen Verbindungsbohrung 42' verläuft. Zur besseren Veranschaulichung sind in den Fig. 13a, 13b, 13c die weiteren Fixierpins 35" 90° um die Längsachse gedreht gezeichnet. Bei dieser Lösung stehen die beiden andern Längsnuten 53' und damit auch die äußere Stirnfläche 36 in dauernder Strömungsverbindung mit der anderen Verbindungsbohrung 42' bzw. mit den Verstellkammern 32, 33. Dadurch ist der weitere Fixierpin 35" bei vorhandenem Öl-Druck in einer der beiden Druckkammern 32, 33 immer ausgeriegelt. Der hier auftretende Strömungskurzschluß zwischen den beiden Verstellkammern 32, 33 wird durch den Drosselquerschnitt der andern Längsnuten 53' minimiert.

Die Fixierpins 35', 35" benötigen zur Drehfixierung der Längsnuten 53, 53' eine Verdrehsicherung. Diese wird durch einen leicht ovalen Querschnitt der Fixierpins 35', 35" und deren Führungsbohrungen 37 erreicht. Dadurch entfallen

jegliche Zusatzbauteile zur Drehfixierung.

Die Mündung 49 der Verbindungsleitung ist so plaziert, daß diese vor Erreichen der Spätstellung des Innenrotors 2 in Strömungsverbindung mit der Spätverstellkammer 33 steht. Dadurch wird erreicht, daß die Fixierpins 35, 35', 35" in deren Ausriegelposition mit Öl-Druck aus der Spätverstellkammer 33 beaufschlagt sind. So wird ein unerwünschtes Einriegeln mit allen Verschleißfolgen verhindert.

Die erfindungsgemäße Vorrichtung funktioniert folgendermaßen:

Bei auslaufendem Motor sinkt der Öl-Druck der Schmierölpumpe auf 0 ab. Dabei führen die Schwenkflügel 15 unter dem Wechselmoment der Nockenwelle unkontrollierte Schwenkbewegungen aus, die beim Anschlagen an die Seitenflächen 9, 10 zu Klappergeräuschen führen. Dies gilt insbesondere auch für den Start des Motors, da das dämpfende Schmieröl während des Stillstands des Motors aus dem Flügelzellenverstellern mehr oder weniger ausgelaufen ist. Die Klappergeräusche werden durch die Verriegelung des Innenrotors 2 mit dem Außenrotor 1 vermieden. Dies geschieht durch Einriegeln des federbelasteten Fixierpins 35, 35', 35" in die Aufnahmebohrung 41. Voraussetzung ist, daß der Fixierpin 35, 35', 35" und die Aufnahmebohrung 41 beim Hin- und Herschwenken der Schwenkflügel 15 in Spätposition zum Fluchten und unter dem Federdruck zum Einriegeln kommen.

Nach Start und Hochlauf des Motors muß die Verriegelung aufgehoben werden und aufgehoben bleiben, um die Funktion der Nockenwellenverstellung im gesamten Betriebsbereich des Motors zu ermöglichen. Dazu wird erfindungsgemäß das Drucköl zunächst über den zweiten Ringraum 26 und die andere Ölleitung 34' in die Spätverstellkammer 33 geleitet. Dadurch werden die Schwenkflügel 15 gegen die Seitenfläche 9 gedrückt, so daß der Fixierpin 35, 35', 35" unverspannt in der Aufnahmebohrung 41 sitzt. Das Drucköl gelangt zugleich zur äußeren Stirnseite 36 des Fixierpins 35, 35', 35" und riegelt diesen aus. Sodann wird der Ölstrom rasch auf die Frühverstellkammer 32 umgeschaltet, in die er über den ersten Ringraum 25 und die Ölleitung 34 gelangt. Zeitgleich wird die äußere Stirnseite des Fixierpins 35, 35', 35" von dem ersten Ringraum 25 aus über die radiale Verbindungsbohrung 42, 42' mit dem Öl-Druck der Frühverstellkammer 32 beaufschlagt und bleibt deshalb ausgeriegelt. Dadurch kann der Flügelzellenversteller durch den Druck in der Frühverstellkammer 32 nach früh verstellt werden. Da die äußere Stirnfläche 36 von beiden Verstellkammern 32, 33 aus druckbeaufschlagt wird, bleibt der Fixierpin 35, 35', 35" so lange ausgeriegelt, wie diese unter Öl-Druck stehen. Das nur beim Auslaufen des Motors stattfindende Einriegeln und das spannungsfreie Ausriegeln des Fixierpins 35, 35', 35" bewirken eine hohe Funktionssicherheit und Lebensdauer der Fixierpins und der Aufnahmebohrung 41.

Da alle Ausführungsvarianten nach dem gleichen Funktionsprinzip arbeiten und sich nur im Detail zur Verhinderung bzw. Begrenzung der Kurzschlußströmung zwischen den Verstellkammern 32, 33 unterscheiden, weisen sie auch die gleichen Vorteile auf. Das gilt auch für den Vorteil der fliehkraftunabhängigen Lage des Fixierpins.

#### Bezugszeichenliste zu Fig. 14

- a Außenrotor
- b Innenrotor
- c hydraulischer Arbeitsraum
- d Zwischenwand
- e Nabe
- f Schwenkflügel

g erster Ringraum  
 h zweiter Ringraum  
 i erste Zuführleitung  
 j zweite Zuführleitung  
 k Fixierstift  
 l Aufnahmebohrung  
 m Stirnfläche  
 n Druckfeder  
 o Steuerkolben  
 p andere Stirnfläche  
 q erste Verbindungsleitung  
 r zweite Verbindungsleitung

# Bezugszeichenliste der Fig. 1 bis 13

1 Außenrotor  
 2 Innenrotor  
 3 Umfangsteil  
 4 Seitenwand  
 5 Deckel  
 6 Außenfläche  
 7 Innenfläche  
 8 Trennwand  
 9 erste Seitenfläche  
 10 zweite Seitenfläche  
 11 Drehachse  
 12 Verzahnung  
 13 Schraube  
 14 Nabe  
 15 Schwenkflügel  
 16 Flügelaufnahmenut  
 17 Innenfläche  
 18 Unterseite  
 19 Nutengrund  
 20 Abstandsraum  
 21 Abstandselement  
 22 Innenseite  
 23 Flügelandruckfeder  
 24 Mittenbohrung  
 25 erster Ringraum  
 26 zweiter Ringraum  
 27 Hülse  
 28 nockenwellenferner Endbereich  
 29 Druckring  
 30 radiale Ölzufuhr  
 31 Arbeitsraum  
 32 Frühverstellkammer  
 33 Spätverstellkammer  
 34 Ölleitung  
 34' andere Ölleitung  
 35 Fixierpin  
 35' anderer Fixierpin  
 35" weiterer Fixierpin  
 36 äußere Stirnfläche  
 37 Führungsbohrung  
 38 Stufe  
 39 Entlüftungsbohrung  
 40 Druckfeder  
 41 Aufnahmebohrung  
 42 Verbindungsbohrung  
 42' andere Verbindungsbohrung  
 43 Axialbohrung  
 44 Vertiefung  
 45 Ölkanal  
 46 kreiszylindrischer Steuerkolben  
 46' kugelförmiger Steuerkolben  
 47 Verengung  
 48 hohlgebohrter Verschlußstopfen

49 Mündung  
 50 Verbindungsnut  
 51 Rechteckkolben  
 52 Ringnut  
 53 Längsnut  
 53' andere Längsnut  
 54 Stirnseite

## Patentansprüche

1. Verfahren zum Betreiben einer Vorrichtung zur Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors, insbesondere eines Flügelzellenverstellers, mit mindestens einem Schwenkflügel (15), der einen von einem Außenrotor (1) und einem Innenrotor (2) gebildeten Arbeitsraum (31) in eine Frühverstellkammer (32) und eine Spätverstellkammer (33) druckdicht unterteilt und der zwischen einer Spätstellung sowie einer Frühstellung hydraulisch geschwenkt wird, und mit einem Fixierpin (35), der in Spätstellung des Schwenkflügels (15) bei Unterschreiten eines Mindestöldrucks die beiden Rotoren (1, 2) miteinander verriegelt und bei dessen Überschreiten entriegelt, dadurch gekennzeichnet, daß der Fixierpin (35) durch den Öldruck der Spätverstellkammer (33) entriegelt wird und durch die Öldrücke beider Verstellkammern (32, 33) entriegelt bleibt.
2. Vorrichtung zur Drehwinkelverstellung einer Nockenwelle gegenüber der Kurbelwelle eines Verbrennungsmotors, insbesondere ein Flügelzellenversteller, mit im wesentlichen folgenden Merkmalen:
  - der Flügelzellenversteller weist einen von der Kurbelwelle angetriebenen Außenrotor (1) und einen um dessen Drehachse (11) schwenkbaren Innenrotor (2) auf, der mit der Nockenwelle drehfest verbunden ist;
  - innerhalb des Außenrotors (1) ist zumindest ein Arbeitsraum (31) vorgesehen, der durch einen an einer Nabe (14) des Innenrotors (2) angeordneten Schwenkflügel (15) in eine Frühverstellkammer (32) und eine Spätverstellkammer (33) druckdicht unterteilt ist;
  - die Früh- und Spätverstellkammern (32, 33) stehen über erste und zweite Ringräume (25, 26) in Strömungsverbindung mit einer schaltbaren Druckölquelle;
  - der Außenrotor (1) ist mit dem Innenrotor (2) über einen Fixierpin (35) und eine Aufnahmebohrung (41) für denselben drehfixierbar;
  - der Fixierpin (35) weist eine äußere Stirnfläche (36) und eine in Richtung Aufnahmebohrung (41) wirkende Druckfeder (40) auf;
  - die äußere Stirnfläche (36) des Fixierpins (35) ist mit dem Öldruck der Früh- und Spätverstellkammern (32, 33) beaufschlagbar,dadurch gekennzeichnet, daß
  - der Fixierpin (35) in der Nabe (14) des Innenrotors (2) und die Aufnahmebohrung (41) in einem Deckel (5) des Außenrotors (1) und parallel zu dessen Drehachse (11) angeordnet sind, und
  - daß in der Nabe (14) eine Verbindungsleitung zwischen der Spätverstellkammer (32) und dem ersten Ringraum (25) vorgesehen ist, die in gesteuerter Strömungsverbindung mit der äußeren Stirnfläche (36) des Fixierpins (35) steht.
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitung als vorzugsweise radiale Verbindungsbohrung (42) ausgebildet ist, von

der eine in Richtung Aufnahmebohrung (41) und vorzugsweise parallel zur Drehachse (11) angeordnete Axialbohrung (43) ausgeht, die über eine in einer Stirnseite (54) der Nabe (14) zu einer Führungsbohrung (47) des Fixierpins (35) verlaufenden Vertiefung (44) und über einen Kanal (45) in dem Deckel (5) mit der äußeren Stirnfläche (36) des Fixierpins (35) in Strömungsverbindung steht.

4. Vorrichtung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß in der Verbindungsbohrung (42) ein axialverschiebbarer Steuerkolben dichtend geführt ist, der die Querbohrung (42) steuernd beherrscht und dessen Hub durch Axialanschlüge beidseitig begrenzt ist.

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Steuerkolben als kreiszylindrischer Steuerkolben (46) oder als kugelförmiger Steuerkolben (46') ausgebildet ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitung als Verbindungs- nut (50) mit vorzugsweise rechteckigem Querschnitt ausgebildet und in der Stirnseite (54) der Nabe (14) angeordnet ist.

7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß in der Verbindungs- nut (50) ein Rechteckkolben (51) dichtend geführt ist, dessen Hub durch Verengungen (47) an den Enden derselben begrenzt ist.

8. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Verbindungsleitung als eine radiale, andere Verbindungsbohrung (42') ausgebildet ist, die die Achse eines anderen Fixierpins (35') bzw. eines weiteren Fixierpins (35'') schneidet und deren Durchmesser kleiner als der des Fixierpins (35', 35'') ist.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der andere Fixierpin (35') an seinem Umfang eine Ringnut (52) und mindestens eine sich von der Ringnut (52) zu seiner äußeren Stirnfläche (36) hin erstreckende Längsnut (53) aufweist.

10. Vorrichtung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die mindestens eine Längsnut (53) in einer Ebene senkrecht zu der radialen, anderen Verbindungsbohrung (42') angeordnet ist.

11. Vorrichtung nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, daß sich die Ringnut (52) aufgrund ihrer Lage und Breite bei eingeriegeltem anderen Fixierpin (35') mit der radialen anderen Verbindungsbohrung (52) überdecken und bei entriegeltem anderen Fixierpin (35') von dieser abgesperrt ist.

12. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der weitere Fixierpin (35'') an seinem Umfang zwei andere Längsnuten (53') aufweist, die bei verriegeltem weiteren Fixierpin (35'') von dessen äußeren Stirnfläche (36) bis zu der radialen, anderen Verbindungsbohrung (42') reichen und die in einer durch die Achsen des weiteren Fixierpins (35'') und der radialen, anderen Verbindungsbohrung (42') verlaufenden Ebene angeordnet sind.

13. Vorrichtung nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, daß der andere und der weitere Fixierpin (35', 35'') eine Verdrehsicherung aufweisen, vorzugsweise in Gestalt eines leicht ovalen Querschnitts der Fixierpins (35', 35'') und deren Führungsbohrungen (37).

14. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß eine Mündung (49) der Verbindungsleitung in die Spätverstellkammer (33) vor Erreichen der Spätstellung des Schwenkflügels (15) in Strömungs-

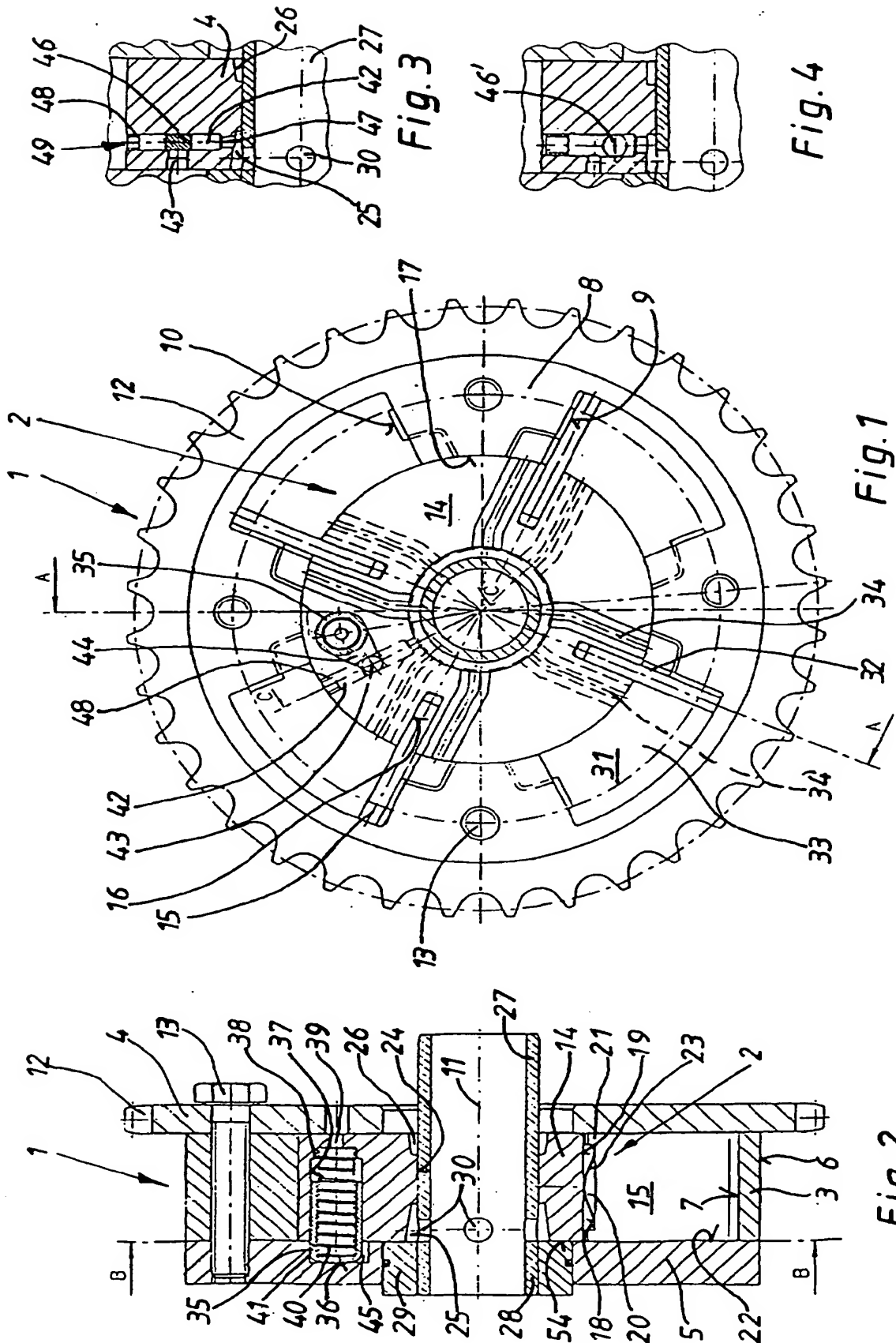
verbindung mit der Spätverstellkammer (33) steht.

---

Hierzu 6 Seite(n) Zeichnungen

---

- Leerseite -



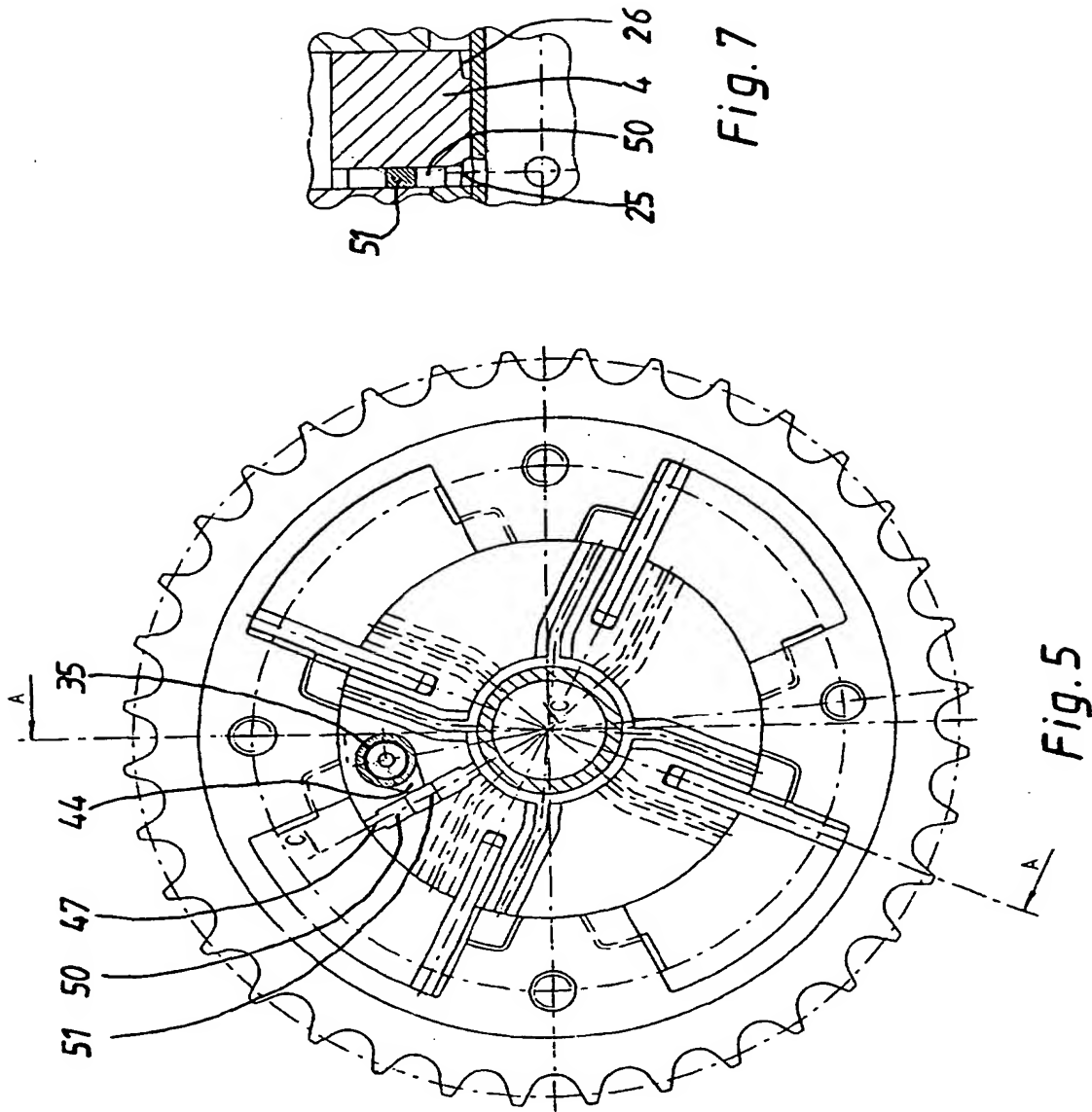


Fig. 7

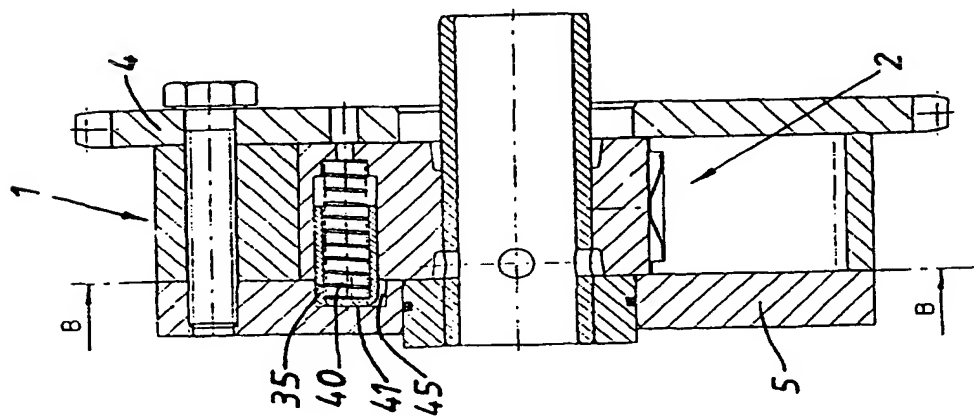
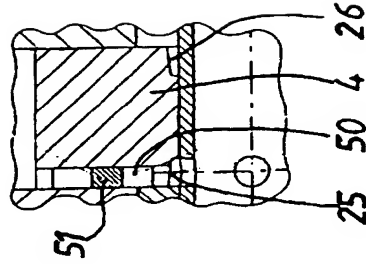


Fig. 6

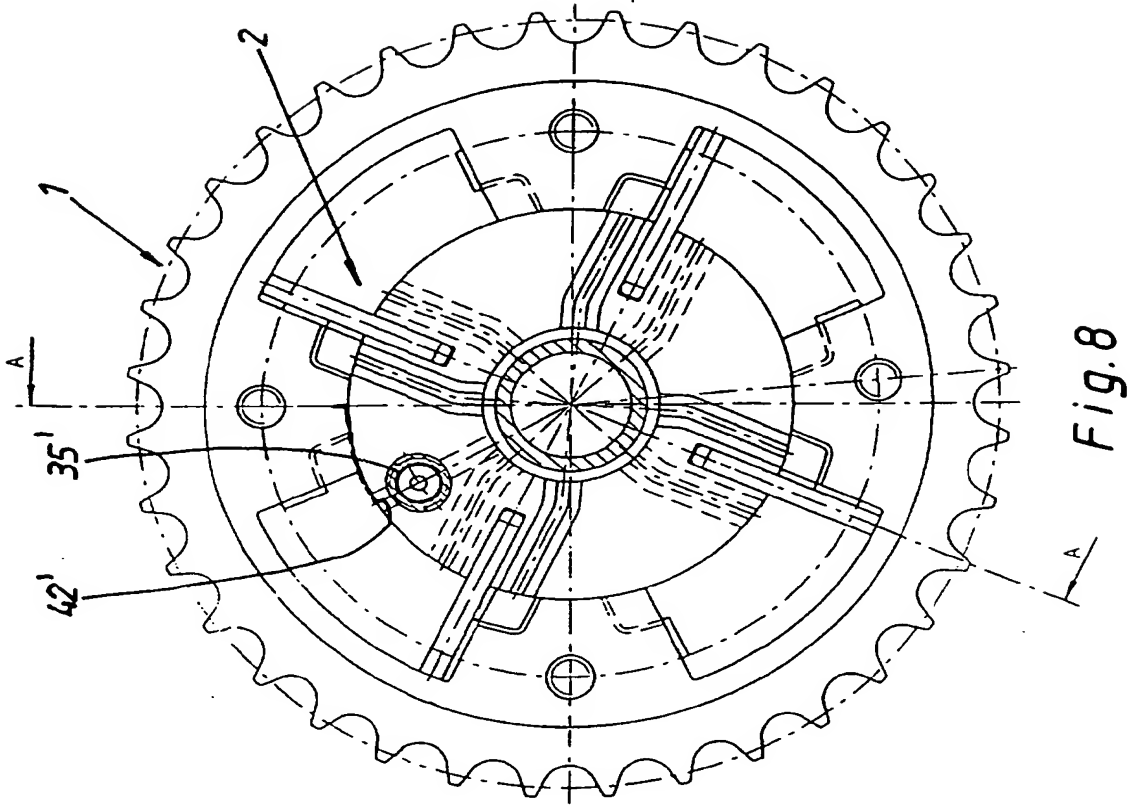


Fig. 8

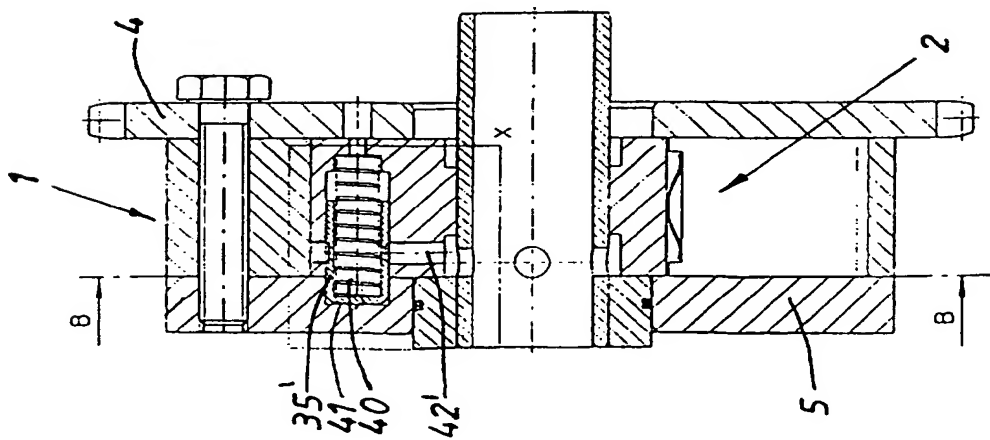


Fig. 9

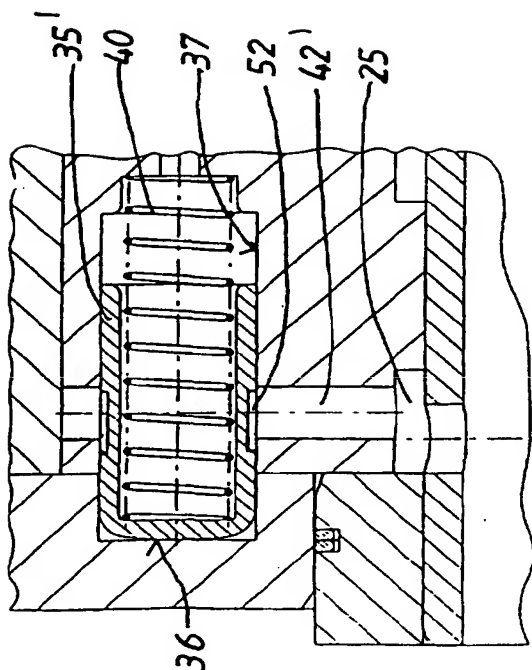


Fig. 10a

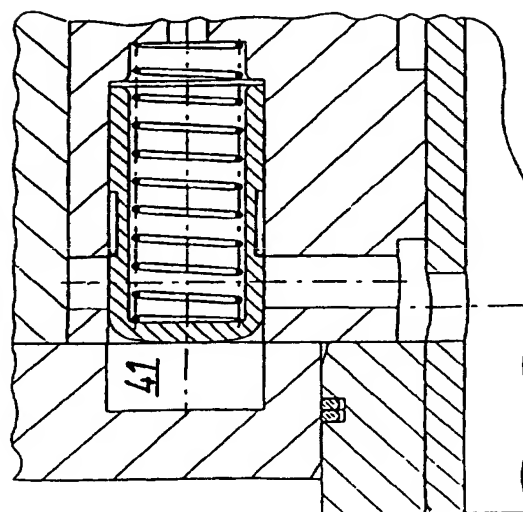


Fig. 10b

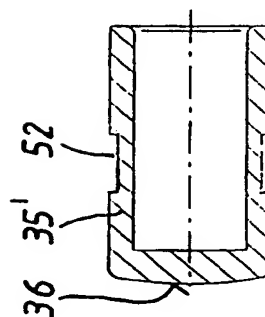


Fig. 11a

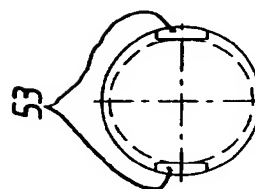


Fig. 11b

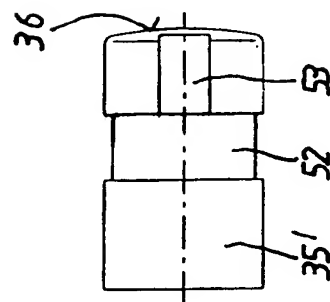


Fig. 11c

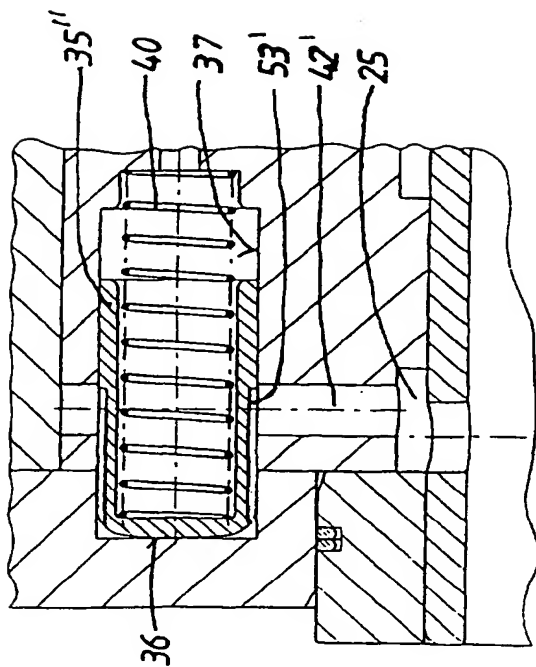


Fig. 12 a

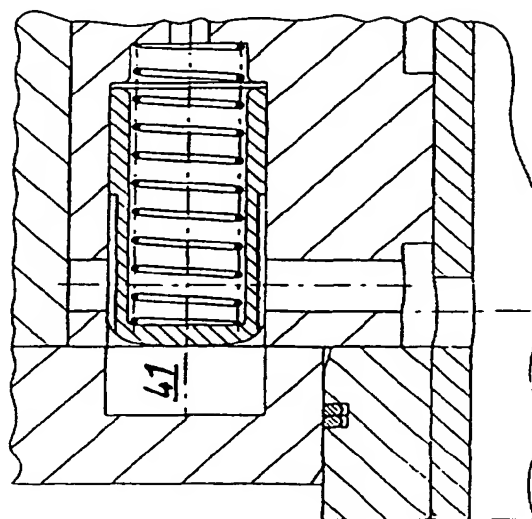


Fig. 12 b

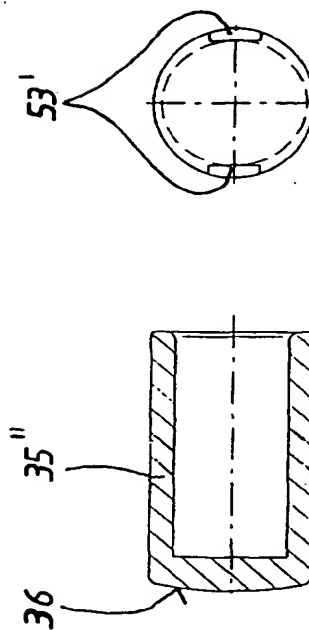


Fig. 13a

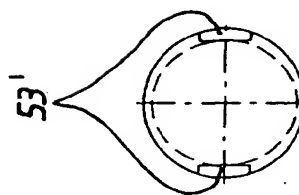


Fig. 13b

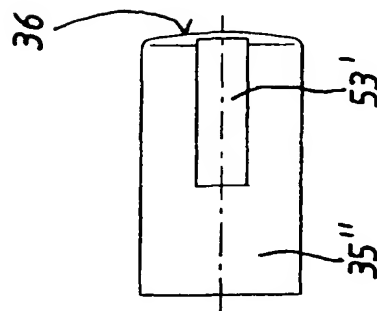


Fig. 13c

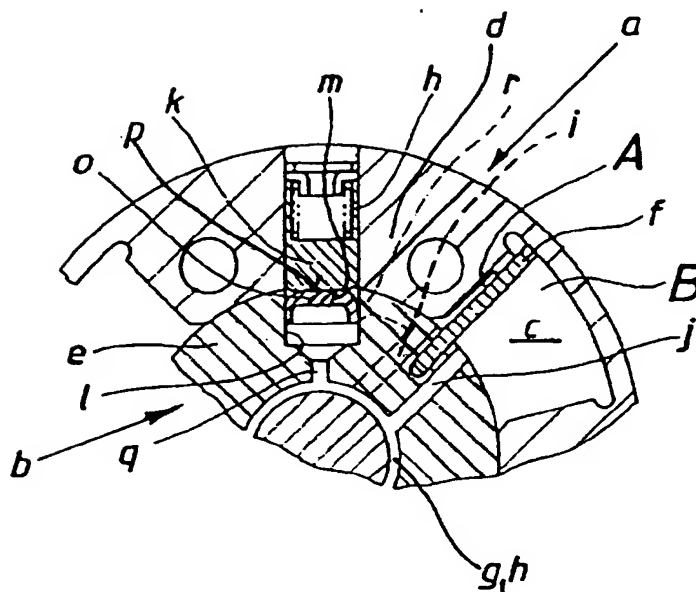


Fig. 14